

## Tohumdan Uygulanan Değişik Çinko Bileşiklerinin Mısırın Çinko, Kimi Besin Elementleri İçeriği ve Gelişimi Üzerine Etkisi

Haluk BAŞAR<sup>1</sup>

Hakan ÇELİK<sup>1</sup>

Vahap KATKAT<sup>1</sup>

Geliş Tarihi: 17.06.2001

**Özet:** Bu çalışma, değişik Zn bileşiklerinin farklı sürelerle tohumla temas ettirilmesinin, mısırın Zn, kuru madde miktar ve kimi besin elementleri içerikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Araştırmada, Zn bileşikleri ve konsantrasyonları olarak, ZnO, %30; ZnO, %60 ve Teprosyn F-2498 kullanılmıştır. Bu bileşikler, 0 (çok kısa), 1, 12, ve 24 saat sürelerle tohumla temas ettirilmiştir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, Teprosyn F-2498'in 0 (çok kısa) ve 1 saat sürelerle tohumla temas ettirilmesiyle, mısırın Zn içeriği ve kuru madde miktarlarında en yüksek artışlar belirlenmiştir. ZnO'nun % 30 ve %60'lık çözeltilerinin ise 0 ve 1 saat'lik sürelerde Teprosyn kadar etkili olmadığını belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** çinko, tohum, mısır, besin elementleri

### Effects of Various Seed Applied Zinc Compounds on Contents of Zinc, Some Nutrient Elements and Growth of Maize

**Abstract:** This study was performed to determine effects of various seed-applied Zn compounds in different incubation times on contents of Zn, dry matter production and some nutrient elements in maize.

The solutions of ZnO as 30%, 60% and Teprosyn F-2498 were used as Zn compounds. The seeds were incubated in these solutions in times of 0 (very short touch), 1, 12 and 24 hours.

According to the results obtained from the experiment, the highest contents of Zn and dry matter were determined in Teprosyn F-2498 seed applied plants incubated in times of 0 and 1 hours. Seed application of ZnO, 30% and ZnO, 60% were not as effective as Teprosyn at the times of 0 and 1 hours.

**Key Words:** zinc, seed, maize, nutrient elements

#### Giriş

İklim ve toprak özellikleri (yüksek pH, kireç, kil mineralleri, yetersiz organik madde, düşük yağışlar vb.) nedeniyle ülkemiz topraklarının önemli bir bölümünün bitkilere yararlı Zn içeriği yetersiz düzeydedir. Bu konu ile ilgili olmak üzere gerek ülkemizin genelinin, gerekse de bölgesel nitelikli olmak üzere, toprakların bitkilerce alınabilir Zn içeriklerini belirlemek için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda Eyüpoğlu ve ark. (1996) Türkiye'deki tüm illerden aldıkları 1511 toprak örneğinin yaklaşık % 50'sinde alınabilir Zn eksikliğinin yaygın olduğunu belirlemişlerdir. Sungur ve Özyüğü (1986) çoğunluğunu İç Anadolu Bölgesin'den aldıkları 300 toprak ve bitki analizi sonucunda, toprak ve bitkide çok yoğun olarak Zn eksikliği olduğunu ve Türkiye'nin bir çok yöresinde Zn gübrelemesi ile verim artışı sağlanabileceğini belirtmişlerdir. Harran ovası toprak serilerinin yararlı mikro element içeriklerinin belirlendiği bir çalışmada, toprakların yararlı Zn içeriklerinin 0.16-1.20 ppm arasında değiştiği ve toprak serilerinin % 80'inin Zn içeriğinin kritik seviyenin altında olduğu belirlenmiştir (Güzel ve ark. 1991).

Ülkemizin önemli tarımsal üretim merkezlerinden biri olan Bursa ili toprakların kimi fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek için yapılan çalışmalarda; Katkat ve ark. (1994) 45 şeftali bahçesinden kök derinliğinden (40-60 cm) aldıkları toprak örneklerinin yaklaşık % 35'inde,

yararlı Zn'nun kritik düzeyin altında olduğunu belirlemişlerdir. Bursa ilinde yayılım gösteren büyük toprak gruplarının alınabilir Zn içeriğinin 0.23-4.42 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği, incelenen toprakların yaklaşık %40'ında Zn'nun sınır değerlerinin altında bulunduğu belirlenmiştir (Özguven 2000). Güney Marmara bölgesinde M. Kemalpaşa, Karacabey ve Biga yörelerinde, domates yetiştirilen alanlardan alınan toprak örneklerinin çoğunluğunun 0.52-2.00 mg kg<sup>-1</sup> arasında Zn içerdiği, araştırmadan alınan sonuçlara göre, toprakların büyük bir çoğunluğunun Zn içeriğinin yetersiz olduğu bildirilmiştir (Yağmur ve ark. 1993).

Yararlı Zn'nin topraktaki yetersizliği, bitkisel üretimi sınırlamakta aynı zamanda ürünlerdeki Zn içeriğini de düşürmektedir. Bu durum, ağırlıklı olarak bu besinlerle beslenen insan ve hayvanlarda, Zn eksikliğine neden olarak önemli sağlık sorunlarını ortaya çıkarmaktadır. Nitekim, toprak ve bitkilerde Zn noksanlığının yaygın olmasının bir sonucu olarak, başta Güneydoğu Anadolu Bölgesi olmak üzere insanlarda, özellikle de çocuklarda Zn eksikliğinin yaygın olduğu belirlenmiştir (Çavdar ve ark. 1988, Donma ve ark. 1991). İnsanlarda Zn eksikliğinin önemli sağlık sorunlarına neden olduğu, bir çok olumsuzluk üzerinde, Zn eksikliğinin doğrudan veya dolaylı olarak etkisinin olduğu bildirilmiştir (Prasad 1984, Welch 1993, Shrimpton 1993).

<sup>1</sup> Uludağ Üniv., Ziraat Fak. Toprak Bölümü-Bursa

Toprak ve bitkideki Zn eksikliğinin, bitkisel üretimin miktardan üzerine ekonomik, ürünlerin düşük Zn içeriklerinin de insan ve hayvanlar üzerine de sağlık yönünden olmak üzere iki önemli etkisi vardır. Toprak, bitki ve insan sırasında Zn eksikliğinin giderilmesi, toprakların yarayışlı Zn içeriklerinin artırılması amacıyla gübrelenmesi veya işlah çalışmalarıyla topraktaki düşük Zn kaynaklarından yararlanabilen bitki çeşitlerinin geliştirilmesi olanaklıdır. Ancak kısa vadede sorunun çözümü, çeşitli gübreleme yöntemleriyle toprak ve/veya bitkinin Zn içeriğinin artırılmasıyla olanaklı görülmektedir.

Toprak veya bitkinin Zn içeriğinin artırılması, Zn içeren gübrelerin toprak, yaprak, tohum veya bunların kombinasyonları şeklindeki uygulamalarını içermektedir. Pudra haline getirilmiş veya suda çözünmüş Zn'lu bileşiklerin ekimden önce tohuma uygulanmasıyla başarılı sonuçların alındığı bildirilmektedir (Kacar ve Katkat 1999). Boawn ve ark. (1960) patates tohumunun %2'lik ZnO çözeltisine batırılmasının yeterli Zn'yu sağladığını bildirmişlerdir. ZnSO<sub>4</sub>'ün %0.01'lik çözeltisinin sert buğdaya tohumdan uygulanmasıyla, tane veriminin 1,020 kg ha<sup>-1</sup> 'dan 1,280 kg ha<sup>-1</sup> 'a yükseldiği bildirilmiştir (Semina 1967). Yılmaz ve ark. (1997) farklı buğday çeşitlerine Zn bileşiklerini farklı yöntemlerle uygulamışlar, kontrol uygulamalarıyla karşılaştırıldığında, tane veriminin toprak uygulaması ile %260, tohum uygulaması ile %204 ve yaprakdan uygulama ile % 124 oranlarında arttığını bildirmişlerdir. Eskişehir koşullarında yapılan benzer bir çalışmada da, farklı Zn uygulamalarının değişik buğday çeşitlerinin verim ve bazı verim kriterleri üzerine etkilerine göre topraktan yapılan Zn'lu gübrelenmenin verim ve verim komponentlerinde önemli artışlar sağladığı, bunu sırası ile tohumdan ve yaprakdan Zn uygulamalarının izlediği bildirilmiştir (Özbek ve Özgülmüş 1998). Tohuma uygulanan %10, %25 ve %40'lık ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O'ün, araştırmanın her iki yılını kapsayan sürede çeşitlere bağlı buğday veriminde %7-%69 arasında artış sağladığı ve çinko noksanlığı görülen alanlarda tohuma uygulanacak ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O ile buğday verimlerinde önemli artışlar sağlanabileceği bildirilmiştir (Yılmaz ve ark. 1998).

Yapılan çeşitli çalışmalarda, Zn bileşiklerinin tohumdan uygulanmasıyla başarılı sonuçlar alındığı bildirilirken, bu uygulamadan en yüksek faydanın alınması amacıyla, uygulanan çözeltinin konsantrasyonu ve çözelti ile tohumun teması için gerekli olan süre hakkında bir bilgiye rastlanmamaktadır. Bu amaçla, bu çalışma, mısır tohumlarının, farklı konsantrasyonlardaki Zn çözeltilerle, değişik sürelerde temas ettirilmesinin mısır bitkisinin Zn, kuru madde miktarı ve kimi besin elementleri içerikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

#### Materyal ve Yöntem

Araştırma, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Merkezindeki cam serada yürütülmüştür. Araştırmada test bitkisi olarak Asgrow-May firmasından temin edilen RX947 mısır (*Zea mays L.*) tohumları 2.5 kg toprak alabilen saksılara 3 Mart 2000 tarihinden itibaren araştırma konularına uygun olarak ekilmeye başlanmıştır. Her bir saksıya 6 adet mısır tohumu ekilmiş, ekimden yaklaşık 10 gün sonraki çıkış izlenerek, her saksıda 4 bitki bırakılmıştır. Bitkilerin toprak üstü organları

3 Mayıs 2000 tarihinde hasat edilmiş ve sera denemesine bu tarihte son verilmiştir.

Araştırmada kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Saksıların içine polietilen torbalar yerleştirildikten sonra saksılar toprakla doldurulmuştur. Araştırma toprağındaki yarayışlılığı yetersiz besin elementi içeriklerinin bitkilerin gelişimini sınırlandırmaması için 100 mg N kg<sup>-1</sup>, 80 mg P kg<sup>-1</sup>, 5 mg Fe kg<sup>-1</sup>, 1 mg Mn kg<sup>-1</sup>, 1 mg Cu kg<sup>-1</sup> ve 1mg B kg<sup>-1</sup> dozlarında besin elementleri, temel gübre olarak uygulanmıştır. Toprakların nem içerikleri tarla kapasitesi civarında sürdürülmüş ve sulamada saf su kullanılmıştır.

Araştırmada, Zn'li bileşikler olarak, 600gr l<sup>-1</sup> Zn içeren ve tohumdan Zn uygulamaları için önerilen, ticari birpreparat olan Teprosyn F-2498, etiketinde tavsiye edildiği üzere 0.8 lt / 100 kg tohum hesabıyla uygulanmıştır. Farklı konsantrasyonlarının test bitkisinin Zn içeriğine etkisini belirleyebilmek için ZnO'nin %30 ve %50 oranlarındaki çözeltileri araştırmada kullanılmıştır. Diğer konularda uygulanan işlemler, saf su kullanılarak kontrol uygulamalarında da yapılmıştır. Tohumlar, çözeltilerle 0 (çok kısa süreli), 1, 12 ve 24 saat sürelerle temas ettirilmiş ve bu süreler sonunda tohumların ekimleri yapılmıştır.

Bitkiler hasat edildikten ve kuru madde miktarlarının belirlenmesi için gerekli işlemler yapıldıktan sonra bitki örnekleri laboratuara getirilmiştir. Örnekler musluk suyu ve 0.1 M HCl içerisinde hızlı bir şekilde yıkandıktan sonra, iki defa da saf sudan geçirilmiş ve 70°C'de kurutulup-öğütüldükten sonra analiz için hale getirilen bitki örnekleri, HNO<sub>3</sub>:HClO<sub>4</sub> (4:1) asit karışımı ile yağ yakılmıştır (Kacar 1972). Yağ yakılan örneklerde; P, vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemiyle kolorimetrik (Lott ve ark.1956), K ve Ca fleymfotometrik olarak (Kacar 1972), Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu Philips 9200x AAS cihazında analiz edilmiştir.

Araştırma, tesadüf parsellerinde 3 tekrarlamalı faktöryel deneme desenine göre düzenlenmiştir. Araştırmadan elde edilen bulguların istatistik analizi tarist programı kullanılarak bilgisayarda yapılmıştır.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan toprağın kimi fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak özelliği	Belirlenen değer
Bünye	Tın
pH (1:2.5 top.: 0.01M CaCl <sub>2</sub> )	7,57
EC (µs cm <sup>-1</sup> )	402
CaCO <sub>3</sub> , %	3,36
Organik madde, %	0,90
Toplam N, %	0,06
Alınabilir P, mg kg <sup>-1</sup>	2,20
Değişebilir katyonlar, meq 100 <sup>-1</sup>	
K	0,16
Ca	21,73
Mg	2,69
Na	0,17
Alınabilir mikro elementler, mg kg <sup>-1</sup>	
Fe	12,99
Mn	1,02
Zn	0,40
Cu	1,93
B	2,39

### Bulgular ve Tartışma

**Farklı sürelerde tohumlara uygulanan Zn bileşiklerinin mısır bitkisinin Zn içeriği ve kuru madde miktarlarına etkisi:** Değişik sürelerde tohumlara uygulanan Zn bileşiklerinin mısır bitkisinin Zn içeriği ve kuru madde miktarına etkisi Çizelge 2'de verilmiştir. İlgili tabloda sunulan değerlerin incelenmesinden de görüleceği üzere, mısır bitkisinin Zn içeriğindeki en yüksek artışlar Teprosyn'in uygulandığı, sırasıyla 0 (kisa süreli), 12 ve 1 saat süreyle temas uygulamalarında belirlenmiştir. Bununla birlikte, Teprosyn'in 12 saat süreyle temas ettirildiği tohumların ekildiği tekerrürlere ait saksılardan sırasıyla 2, 1 ve 1 bitki çıkışı olmuş, 24 saat süreyle tohumların temas ettirilmesi durumunda ise durumunda ise hiç bir saksıda bitki çıkışı olmamıştır. Bu sonuçlar Teprosyn ile tohumların 1 saat'den fazla süreyle temas ettirilmesinin tohumlar üzerinde zehir etkisi yaparak, canlılıklarını süreyle tohumların temas ettirilmesi durumunda ise hiç bir saksıda bitki çıkışı olmamıştır. Bu sonuçlar Teprosyn ile tohumların 1 saat'den fazla süreyle temas ettirilmesinin tohumlar üzerinde zehir etkisi yaparak, canlılıklarını kaybetmelerine neden olduğunu göstermektedir. Yapılan İstatistik analizler sonucunda bekletme süresi ile Zn bileşiklerinin karşılıklı etkileşiminin, mısır bitkisinin kuru madde miktarı üzerine %1 seviyesinde farklı etkide bulunduğu belirlenmiş ve konu ortalamaları A.Ö.F. testine göre gruplandırılarak sonuçlar Çizelge 2'de sunulmuştur. Çizelge 2'de sunulan değerlerin incelenmesinden de görüleceği üzere Teprosyn'in 12 ve 24 saat süreli uygulamaları dışında, süre x bileşik etkileşimini diğer tüm kombinasyonlarında mısır bitkisinin kuru madde miktarı üzerine benzer etki göstererek İstatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. Bununla birlikte, her ne kadar İstatistiksel olarak diğer konular ile aynı grupta bulunsalar da en yüksek kuru madde miktarları Teprosyn'in 0 ve 1 saat süreli uygulamalarında belirlenmiştir. Bu sonuçlar, uygulamaların mısır'ın Zn içeriğine etkisi ile birlikte değerlendirildiğinde (Çizelge 2), Teprosyn'in 0 ve 1 saat süreyle tohumla temas ettirilmesinin, diğer konulara göre mısır'ın Zn ve kuru madde miktarlarını daha fazla artırdığı görülmüştür.

Teprosyn'den sonra bitkilerin Zn ve kuru madde içeriklerindeki en yüksek artışlar ZnO'nin % 30'luk çözeltisinin uygulanmasıyla gerçekleşmiştir. ZnO'nin % 60'luk çözeltisinin uygulandığı tohumların 0, 1 ve 12 saatlik temas sürelerinde bitkilerin Zn içeriklerinin, kontrolden daha fazla olduğu belirlenmiştir. Araştırmada incelenen bileşikler için genel olarak, 0 ve 1 saatlik sürelerin,

bitkilerin Zn içerikleri ve kuru madde miktarları üzerine etkili süreler olduğu görülmüştür. Değişik Zn taşıyıcılarının tohumdan uygulanmasının, mısır bitkisinin Zn içeriğine etkisini araştırmak üzere yürütülen bir çalışmada, Teprosyn'in kontrole göre bitkilerin Zn içeriklerinde farklı ve önemli artış sağladığı bildirilmiştir (Çelik ve ark. 2000). Tohumdan Zn uygulanmasının serin iklim tahıllarının Zn içeriğine etkisini belirlemek üzere yapılan bir diğer çalışmada da Teprosyn'in tohumdan uygulanmasının bitkilerin Zn içerikleri üzerine etkili bir uygulama olduğu bildirilmiştir (Kalaycı ve ark.1994). Değişik buğday çeşitlerinde verim ve danenin Zn içeriği üzerine topraktan ve yaprakdan Zn uygulamalarının etkilerinin incelendiği bir çalışmada, uygulanan Teprosyn'in etkinliği bakımından toprak uygulamalarından sonra, yaprak uygulamalarından önce gelerek incelenen özellikler üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir (Özbek 1998). Orta Anadolu'da buğday üzerinde yapılan bir diğer çalışmada ise değişik Zn preparatlarının bazı buğday çeşitlerinde verim, verim öğeleri ve kalite üzerine Teprosyn (tohumdan) + Zintractan (yapraktan) uygulamalarının, diğer toprak ve yaprak uygulamalarından daha etkin olduğu bildirilmiştir (Kınacı 1998).

**Araştırmada belirlenen kimi özellikler arasındaki ilişkiler:** Araştırmada belirlenen kimi özellikler arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayıları Çizelge 3'te sunulmuştur. Çizelge 3'te sunulan değerlere göre kuru madde miktarı ve bitkilerin Zn içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli negatif, uygulanan bileşik ve bekletme süreleri ile kuru madde içerikleri arasında da %1 düzeyinde önemli negatif korelasyonlar bulunmuştur.

Araştırmamız sonuçları toplu olarak değerlendirildiğinde; mısır bitkisinin Zn ve kuru madde miktarı üzerine Teprosyn'in diğer bileşiklerden daha etkili olduğu, ancak tohum ile Teprosyn'in temas süresi arttıkça bu bileşiğin tohumların çimlenmesini olumsuz etkileyerek zehir etkisi yaptığı görülmüştür. Bu sonuçlara göre, Teprosyn ile yapılacak uygulamalarda, tohum ile temas süresinin 1 saat'lik süreyi aşmamasına özen gösterilmelidir. Bununla birlikte, ZnO'nin % 30 ve % 60'luk çözeltileri 1 ve 12 saat süreyle tohumla temas halinde bırakıldığında, bitkilerin Zn içeriğinin, kontrol uygulamalarına ait bitkilerden daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ancak, bu artışlar aynı süreler için Teprosyn'in uygulandığı bitkilerdeki kadar belirgin olmamıştır. Bu nedenle, ZnO'nin değişik sürelerle bekleterek tohumdan uygulanmasında mısır bitkisinin Zn ile beslenmesinde Teprosyn'in 0 ve 1 saat süre ile uygulanması kadar etkili olmadığı düşünülmektedir.

Çizelge 2. Değişik sürelerde tohumdan uygulanan farklı Zn çözeltilerinin mısırın Zn ve kuru madde miktarına etkisi

Süre, saat	Zn, mg kg <sup>-1</sup> *					Kuru madde miktarı, g saksı <sup>-1</sup> *				
	Bileşikler				Ortalama	Bileşikler				Ortalama
	Kontrol	ZnO, %30	ZnO, %60	Teprosyn		Kontrol	ZnO, %30	ZnO, %60	Teprosyn	
0	12,76	16,23	13,33	24,30	15,66 a	7,45 a	7,71 a	7,20 a	8,89 a	7,81
1	12,90	15,76	13,76	22,90	16,33 a	7,88 a	7,17 a	8,18 a	8,71 a	7,99
12	16,30	15,20	18,06	23,13	18,17 a	7,43 a	7,81 a	7,21 a	4,21 b	6,67
24	16,36	14,73	12,60	0,00	10,92 a	7,49 a	7,18 a	7,55 a	0,00 c	5,56
Ortalama	14,58 b	15,48 ab	14,44 b	17,58 a		7,56	7,47	7,54	5,45	

\*Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır.

a, b, c : Sütun veya satır üzerinde bulunan ve aynı harflerle belirtilen uygulamalar İstatistiksel olarak %5 düzeyinde farklı değildir.

Çizelge 3. Araştırmada belirlenen kimi özellikler arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları (r)

	Süre	Zn, mg kg <sup>-1</sup>	Kuru madde miktarı, g saksı <sup>-1</sup>
Bileşik	0,00	0,154 <sup>od</sup>	-0,323**
Süre	-	-0,296*	-0,416**
Zn, mg kg <sup>-1</sup>	-	-	0,528**

<sup>od</sup> : önemli değil, \* : p> 0.05, \*\* : p> 0.01

#### Kaynaklar

- Boawn, L. C., F. G. Viets, Jr. and C. L. Crawford, 1960. Effects of nitrogen carrier, nitrogen rate, zinc rate and soil pH on zinc uptake by sorghum, potatoes and sugar beets. *Soil Sci.*, 90-329.
- Çavdar, A. O., M. Bahçeci, N. Akar, J. Erten, G. Bahçeci, E. Babacan, A. Acarsoy and H. Yavuz, 1988. Zinc status in pregnancy and the occurrence of anencephaly in Turkey. *J. Trace Elem. Elect. Health. Dis.*, 2, 9-14.
- Çelik, H., H. Başar, M. A. Turan and V. Katkat, 2000. Effects of various zinc compounds, rates and application methods on zinc and some nutrients contents of maize via soil. X<sup>th</sup> International Colloquium for the Optimization of Plant Nutrition. "Abstracts" pp 57. April 08-13, 2000. Cairo- A.R. Egypt.
- Donma, O., S. Günbey, M.A. Taş and M. Donma, 1991. Zinc, copper and magnesium concentration in hair of children from southern Turkey. *Biol. Trace elem. Res.*, 24 (39) 39-47.
- Eyüpoğlu, F., N. Kurucu ve S. Talaz, 1996. Türkiye topraklarının bitkiye yararlı bazı mikro elementler bakımından genel durumu. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı, 1995. Yayın no:98, 338-350. Ankara.
- Güzel, N., İ. Ortaş ve H. İbrikçi, 1991. Harran ovası toprak serilerinde yararlı mikro element düzeyleri ve çinko uygulamasına karşı bitkinin yanıtı. *Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 6 (1) 15-30
- Kacar, B. 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. II. Bitki Analizleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No:453, Ankara.
- Kacar, B. ve V. Katkat, 1999. Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Uludağ Üniv. Güçlendirme Vakfı Yayın No:144. Vıpaş Yayın No:20. Bursa.
- Kalaycı, M., M. Aydın, F. Kaya, V. Özbek ve C. Çekiç, 1994. Mikro besin denemeleri. Geçitkuşuğu Tarımsal Araştırma Enstitüsü 1993-1994 Yıllık Raporu. Eskişehir.
- Katkat, V., A. Özgümüş, H. Başar ve B. Altınel, 1994. Bursa yöresindeki şeftali ağaçlarının demir, çinko, bakır ve mangan ile beslenme durumları. *Tr. J. of Agric. and Forestry*, 18, 447-456.
- Kınacı, G. 1998. Değişik çinko preparatlarının bazı buğday çeşitlerinde verim, verim öğeleri ve kalite üzerine etkileri. I. Ulusal Çinko Kongresi, 251-256.
- Lott, W. L., J. P. Gallo and J. C. Meaff, 1956. Leaf analysis technique in coffee research. *Ibec. Research Inc. II*, 9, 21-24.
- Özbek, V. 1998. Toprakdan ve Yapraktan Çinko Uygulamalarının Değişik Buğday Çeşitlerinde Verim ve Danenin Çinko Kapsamı Üzerine Etkileri. Doktora Tezi. Uludağ Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü. Bursa.
- Özbek, V. ve A. Özgümüş, 1998. Farklı Çinko Uygulamalarının Değişik Buğday Çeşitlerinin Verim ve Bazı Verim Kriterleri Üzerine Etkileri. I. Ulusal Çinko Kongresi Bildiriler Kitabı. s 183 - 190. Eskişehir.
- Özgüven, N. 2000. Bursa İli Topraklarının Yarayışlı Çinko Durumu ve Bu Topraklarda Çinko Miktarının Belirlenmesinde Kullanılacak Yöntemler. Uludağ Üniv. Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi. Bursa.
- Prasad, A. S. 1984. Discovery and importance of zinc in human nutrition. *Fed.Proc.*, 43, 2829-2834.
- Semina, R. M. 1967. The effect of zinc on yield and grain quality of buckwheat. *Field Crop Abstr.*, 21, 486.
- Shrimpton, R. 1993. Zinc deficiency: Is it widespread but underrecognized? *SCN News*, 9, 23-27.
- Sungur, M. ve M. Özgür, 1986. Türkiye topraklarının mikro element durumu hakkında bir araştırma. *Toprak İlimi Derneği*. 9. Bilimsel Toplantı Tebliği. Yayın No:4, 29-1.
- Welch, R. M. 1993. Zinc Concentrations and Forms in Plants for Humans and Animals. In: A. D. Robson (Editor). *Zinc in Soil and Plants*. pp:183-195. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht. The Netherlands.
- Yağmur, B., İ. Kovancı ve İ. Z. Atalay, 1993. Güney Marmara Bölgesi sanayi domatesi üretim alanlarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine araştırmalar. *Sandom*, 7, 95-102.
- Yılmaz, A., H. Ekiz, B. Torun, İ. Gültekin, S. Karanlık, S. A. Bağcı and İ. Çakmak, 1997. Effect of zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat cultivars growth on zinc deficient calcareous soils. *J. of Plant Nutr.*, 20 (4-5) 461-471.
- Yılmaz, A., İ. Gültekin, H. Ekiz ve İ. Çakmak, 1998. Tohumla uygulanan farklı konsantrasyonlardaki çinko sülfatın buğday verimine etkilerinin belirlenmesi. I. Ulusal Çinko Kongresi. 273-278.